La regolazione della temperatura ambiente

di Franco Soma, Donatella Soma, Andrea Chierotti

Il progetto dell'impianto di riscaldamento comprende il progetto dell'impianto di regolazione della temperatura ambiente.



Premessa

Sul precedente numero di Progetto 2000, nell'articolo dedicato alla contabilizzazione del calore, abbiamo affermato, illustrandone le ragioni, che l'intervento di regolazione e contabilizzazione del calore è l'intervento preliminare, necessario per predisporre l'edificio a ricevere successivi interventi di risparmio energetico.

L'articolo proseguiva quindi illustrando le principali modalità di progettazione di un impianto di contabilizzazione.

Nel presente articolo si tratteranno invece le modalità di progettazione dell'impianto di regolazione della temperatura ambiente.

I riferimenti normativi sulla regolazione e contabilizzazione

Legge 10/91

L'art. 26 della Legge 10/91 e s.m.i., ai commi 2, 3, 5 e 6 recita:

"2. Per gli interventi sugli edifici e sugli impianti volti al contenimento del consumo energetico ed all'utilizzazione delle fonti di energia di cui all'art. 1, individuati attraverso un attestato di certificazione energetica o una diagnosi energetica realizzata da un tecnico abilitato, le pertinenti decisioni condominiali sono valide se adottate con la maggioranza semplice delle quote millesimali.

3. Gli edifici pubblici e privati, qualunque ne sia la destinazione d'uso, e gli impianti non di processo ad essi associati devono essere progettati e messi in opera in modo tale da contenere al massimo, in relazione al progresso della tecnica, i consumi di energia termica ed elettrica.

*5. Per le innovazioni relative all'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore e per il conseguente **riparto degli oneri di riscaldamento in base al consumo effettivamente registrato**, l'assemblea di condominio decide a maggioranza , in deroga agli articoli 1120 e 1136 del codice civile.*

6. Gli impianti di riscaldamento al servizio di edifici di nuova costruzione, il cui permesso di costruire sia rilasciato dopo il 25 luglio 1991, devono essere progettati e realizzati in modo tale da consentire l'adozione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare."

DPR 412/93

L'art. 7 del DPR 412/93 e s.m.i. al comma 3 recita:

"3. Ai sensi del comma 3 dell'art. 26 della legge 9 gennaio 1991, n, 10, gli impianti termici al servizio di edifici di nuova costruzione, la cui concessione edilizia sia rilasciata dopo il 30 giugno 2000, devono essere dotati di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del consumo energetico per ogni singola unità immobiliare."

DPR. 59/09

L'art. 4, ai commi 9, 10 e 11 recita:

"9. In tutti gli edifici esistenti con un numero di unità abitative superiore a 4, e in ogni caso per potenze nominali del generatore di calore dell'impianto centralizzato maggiore o uguale a 100 kW, appartenenti alle categorie E1 ed E2, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, è preferibile il mantenimento di impianti termici centralizzati laddove esistenti; le cause tecniche o di forza maggiore per ricorrere ad eventuali interventi finalizzati alla trasformazione degli impianti termici centralizzati ad impianti con generazione di calore separata per singola unità abitativa devono essere dichiarate nella relazione di cui al comma 25.

10. In tutti gli edifici esistenti con un numero di unità abitative superiore a 4, appartenenti alle categorie E1 ed E2, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in caso di ristrutturazione dell'impianto termico o di installazione dell'impianto

termico devono essere realizzati gli interventi necessari per permettere, ove tecnicamente possibile, la contabilizzazione e la termoregolazione del calore per singola unità abitativa. Gli eventuali impedimenti di natura tecnica alla realizzazione dei predetti interventi, ovvero l'adozione di altre soluzioni impiantistiche equivalenti, devono essere evidenziati nella relazione tecnica di cui al comma 25.
11. Le apparecchiature installate ai sensi del comma 10 devono assicurare un errore di misura, nelle condizioni di utilizzo, inferiore a più o meno il 5 per cento, con riferimento alle norme UNI in vigore. Anche per le modalità di contabilizzazione si fa riferimento alle vigenti norme e linee guida UNI."

Norme regionali

La regione Piemonte per prima, e poi la regione Lombardia, hanno reso obbligatorie la regolazione e contabilizzazione del calore con pesanti sanzioni per gli inadempienti.

Entrambe le regioni hanno di recente prorogato i termini entro i quali realizzare gli impianti.

La ragione delle proroghe deve ricercarsi nella notevole mole di lavoro necessaria, tale da creare difficoltà agli operatori del settore.

Un'altra ragione, meno comprensibile, è una certa resistenza dei condomini in seguito alla loro diffidenza verso queste soluzioni, preferendo invece il distacco dall'impianto centralizzato o addirittura la sua trasformazione da centralizzato ad autonomo.

E' sconcertante che si debba arrivare all'obbligo per convincere gli utenti a fare una cosa che è nel loro totale interesse in quanto genera risparmio energetico e benessere ed è alla base di ogni altro intervento.

Quanto alla preferenza per l'impianto autonomo, va detto che è frutto di disinformazione perché la contabilizzazione ha le stesse identiche conseguenze e vantaggi del distacco e costa molto meno di questo.

Se consideriamo il principio generale dettato dalla Comunità Europea, secondo il quale gli interventi di risparmio energetico devono essere efficaci sotto il profilo dei costi, ne deriverebbe l'obbligo di contabilizzazione anziché di distacco, ben più conforme a questa regola.

Si consiglia quindi di utilizzare la proroga per una buona progettazione e per la scelta delle soluzioni più idonee, dopo di che l'intervento andrebbe eseguito appena possibile per non rimandare il risparmio.

Scopo della regolazione ambiente

Scopo primario della regolazione ambiente è quello di consentire ad ogni utente di scegliere la temperatura del proprio spazio abitativo più confacente alle proprie abitudini, ai propri gusti, al tipo di attività svolta e di mantenerla costante al variare delle condizioni interne ed esterne (diverso affollamento dell'unità abitativa, opere di isolamento termico, diverse condizioni metereologiche).

Scopo secondario, ma non meno importante, è quello di recuperare gli apporti interni e solari al fine di ridurre al minimo indispensabile il consumo energetico per la climatizzazione invernale.

Il rendimento di regolazione

Il rendimento di regolazione è definito come rapporto fra il consumo energetico di un ambiente caratterizzato da una regolazione teorica perfetta in un punto di riferimento e quello dello stesso ambiente munito della regolazione reale, con riferimento allo stesso punto.

Il rendimento di regolazione dipende dalla tipologia di regolazione, è difficilmente calcolabile ed è fornito in forma tabulata dalla norma UNI-TS 11300-2.

La regolazione climatica centrale

La maggior parte degli impianti di riscaldamento centralizzati esistenti, salvo quelli di costruzione relativamente recente, sono muniti della sola "regolazione climatica centrale".
Va subito chiarito che si tratta di una regolazione della temperatura di mandata del fluido termovettore e non della regolazione della temperatura ambiente.

Il sistema, che non misura la temperatura ambiente, non può infatti tenere conto degli effetti del soleggiamento, (che può esserci o non esserci e che, a parità di temperatura esterna, ha intensità diversa in primavera ed in autunno), del diverso grado di occupazione, dei diversi apporti interni che caratterizzano le diverse unità abitative.

La conseguenza di questo tipo di regolazione è che la temperatura ambiente è diversa nei vari alloggi ed il suo valore medio dipende dalle lamentele dei condomini, secondo le migliori regole della democrazia: se la maggioranza lamenta una temperatura ambiente troppo elevata, il gestore diminuisce la temperatura del fluido termovettore, o viceversa, e la minoranza subisce.

Questo sistema non è quindi accettabile per la regolazione della temperatura ambiente.

Il rendimento di regolazione, che dipende dal grado di soleggiamento dell'edificio ($\eta = 1 - 0{,}6 \cdot \eta \cdot \gamma$), è infatti piuttosto basso, **dell'ordine di 0,85**.

Nei calcoli di diagnosi energetica, tuttavia, è possibile considerare valori più elevati, dovuti al fatto che i locali sfavoriti (spesso mantenuti sotto i 20 °C) compensano il maggior fabbisogno dei locali mantenuti sopra i 20 °C.

La regolazione di zona

Con il diffondersi, negli anni 70/80, degli impianti a distribuzione orizzontale si sono diffusi impianti con regolazione "di zona".

La regolazione di zona è accettabile come regolazione ambiente quando gli ambienti compresi abbiano almeno esposizione uniforme: zona sud, zona nord, ecc.

Un'ulteriore suddivisione può riguardare l'uso degli ambienti: zona notte, zona giorno, zona uffici, ecc.

In questi impianti, ogni zona è munita di un proprio termostato ambiente, installato in un locale "di riferimento", che agisce su di una valvola di zona con azione on-off.

La temperatura ambiente è regolata, quindi, in quel locale. Quella degli altri locali della zona può differire da quella voluta se questi sono caratterizzati da apporti o da occupazione diversi.

La sensibilità del termostato è importante; per ragioni economiche sono stati spesso installati dispositivi di pessima qualità, non in grado di fornire un clima confortevole. In questi casi conviene sostituire il termostato con uno più moderno, di prestazioni certamente superiori.

Il termostato è accettabile quando la sua sensibilità fa sì che i radiatori non passino alternativamente dal caldo al freddo ma, con interventi più frequenti, sia assicurata una temperatura media praticamente costante.

I valori di rendimento di regolazione ottenibili sommando la regolazione di zona alla compensazione climatica bene impostata sono dell'ordine di: **0,96 per l'azione on-off, e 0,97 per l'azione proporzionale con banda proporzionale di 1 °C.**

E' opportuno notare che, se pure la variazione del rendimento è lieve, l'azione proporzionale offre un benessere decisamente superiore.

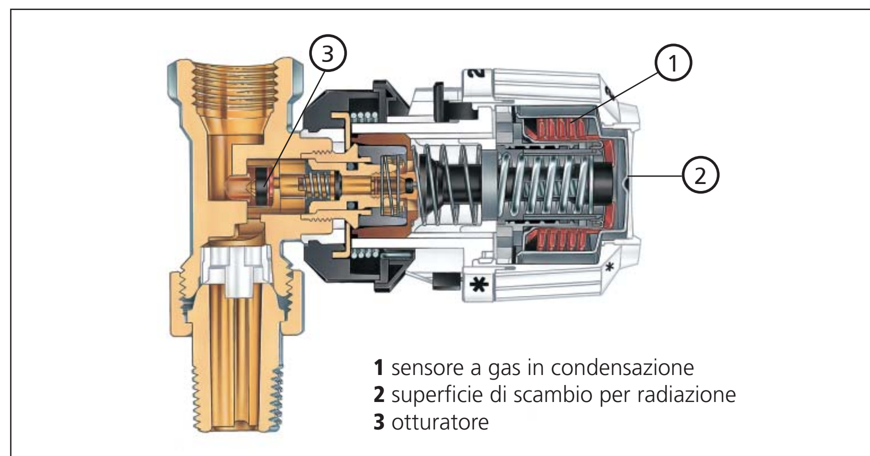


Fig. n. 1: Sezione di valvola termostatica a vapore (Produzione: Danfoss)

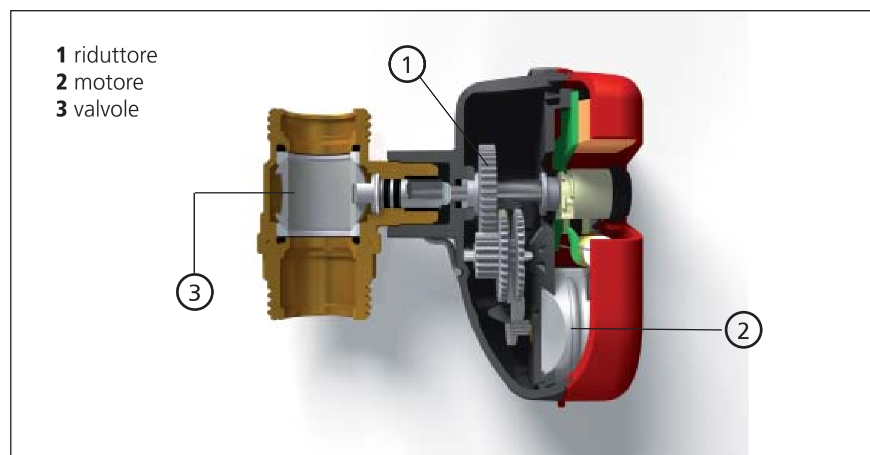


Fig. n. 2: Sezione di valvola elettrica (Produzione: Comparato Nello S.r.l.)

La regolazione per singolo ambiente

La regolazione della temperatura di ogni singolo ambiente, realizzata con dispositivi modulanti, è infine l'obiettivo che caratterizza l'impianto moderno.

Solo la regolazione modulante è infatti in grado di adattare in modo continuo l'emissione del corpo scaldante alle variazioni del fabbisogno dell'ambiente in seguito alla variabilità del clima o dell'occupazione e tipo di attività.

Nei nuovi impianti questa caratteristica non può mancare, se non si vuole che il nuovo impianto nasca già vecchio; negli impianti esistenti è opportuno che questa caratteristica venga conferita, per ragioni di benessere e di riduzione del consumo energetico.

Nella maggior parte dei casi (impianti con corpi scaldanti a convezione naturale) il problema è risolvibile facilmente, utilizzando le valvole termostatiche (impianti esistenti) o valvole elettriche (nuovi impianti).

In altri impianti, quali quelli a pannelli radianti, non sempre è possibile. Il termotecnico dovrà verificare se esistono intercettazioni accessibili o se è necessario rinunciare alla regolazione per singolo ambiente.

I rendimenti di regolazione forniti dalla norma UNI-TS 11300-2 per questo tipo di regolazione, quando riferita a sistemi a bassa inerzia, sono quelli della tabella sotto riportata.

Progettazione dell'impianto di regolazione

Il rendimento di regolazione previsto dalla tabella, come pure il corretto funzionamento del sistema, è subordinato alla buona progettazione dell'im-

Tipologia di regolazione	Caratteristiche della regolazione	Rendimento di regolazione
Compensazione climatica ben regolata unita a regolazione per singolo ambiente	On-Off	0,97
	Proporzionale con banda prop. 2,0 °C	0,97
	Proporzionale con banda prop. 1,0 °C	0,98
	Proporzionale con banda prop. 0,5 °C	0,99
	PI o PID	0,995

pianto di regolazione. A tale fine, si ricorda che la firma dei progetti degli impianti di climatizzazione invernale è riservata ai soggetti abilitati dalle vigenti leggi.

I dati di progetto che il progettista deve decidere sono:

1. la temperatura di mandata di progetto, superiore a quella che compete al mantenimento della temperatura ambiente di 20 °C, per consentire il bilanciamento termico dell'impianto anche in presenza di qualche corpo scaldante dimensionato per difetto ed in considerazione anche dell'esigenza di mantenere sufficientemente elevata la temperatura media del corpo scaldante anche in presenza di temperature di ritorno basse;
2. la temperatura di ritorno di progetto, che deve essere sufficientemente bassa da consentire al generatore a condensazione di funzionare con il massimo rendimento possibile;
3. la banda proporzionale di progetto, dalla quale dipende la precisione di regolazione ed il rendimento di regolazione;
4. le portate di progetto e le posizioni di preregolazione delle valvole termostatiche, per evitare che un uso improprio da parte di qualche condomino produca sbilanciamenti eccessivi dell'impianto;
5. il dimensionamento della nuova pompa a giri variabili, di potenza ridotta rispetto alla precedente, in considerazione delle portate più basse, che deve essere in grado di adattarsi alle molteplici situazioni dell'impianto con un funzionamento silenzioso delle valvole termostatiche.

Il progetto dell'impianto di regolazione, strettamente connesso con quello dell'impianto di contabilizzazione deve assicurare, fra l'altro, il rispetto del comma 11 dell'art. 4 del DPR 59/09 che recita: *"Le apparecchiature installate ai sensi del comma 10 (per la regolazione e contabilizzazione del calore n.d.r.) devono assicurare un errore di misura, nelle condizioni di utilizzo, inferiore a più o meno il 5 per cento*[1]*, con riferimento alle norme UNI in vigore. Anche per le modalità di contabilizzazione si fa riferimento alle vigenti norme e linee guida UNI."*

Il progetto richiede preliminarmente l'individuazione della modalità di contabilizzazione da utilizzare (diretta o indiretta) in funzione della tipologia di impianto di climatizzazione.

Progettazione in presenza di contabilizzazione diretta

La contabilizzazione diretta è utilizzabile negli impianti a distribuzione orizzontale, previa verifica che le caratteristiche di progetto dell'impianto termico siano compatibili con le caratteristiche dichiarate dal costruttore dei contatori di calore che si intendono utilizzare.

In particolare il progettista dovrebbe verificare che in ogni condizione di funzionamento (nel corso della giornata e nel corso della stagione di climatizzazione invernale), la portata di fluido circolante e la corrispondente differenza di temperatura si mantengano entro il campo di valori in grado di rispettare l'errore di misura massimo consentito.

In ogni caso è necessario effettuare una valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio in conformità alle parti 1, 2 e 4 della UNI-TS 11300 al fine di individuare i parametri di rendimento medio stagionale di produzione della caldaia o il COP della pompa di calore, oltre ad altri dati eventualmente richiesti, in relazione alla tipologia di impianto, dal criterio di ripartizione previsto dalla norma UNI 10200.

Nel caso di contabilizzazione diretta, il progetto dell'impianto dovrebbe contenere almeno:

- i campi delle portate effettive;
- i campi delle differenze di temperatura effettive;
- il tipo e dimensione del contatore di calore compatibile con i campi di misura di cui sopra (modificando eventualmente le condizioni di funzionamento di progetto in modo che sia garantita la compatibilità);
- il prospetto previsionale di spesa basato sui fabbisogni in condizioni convenzionali delle singole unità immobiliari;
- il tipo di termoregolazione degli ambienti secondo quanto previsto dalla legislazione vigente;
- l'errore di misura medio stagionale previsto in funzione delle condizioni di cui sopra;
- l'ubicazione delle apparecchiature di misura, che tenga conto delle esigenze di lettura e manutenzione.

Nel caso non sia disponibile un contatore di calore posto all'uscita dell'impianto termico centralizzato il calore prodotto dal generatore è calcolato attraverso il consumo di combustibile, tenuto conto del rendimento medio stagionale di produzione del calore ricavato attraverso una valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio eseguita in conformità alle parti 1, 2 e 4 della UNI-TS 11300.

Il progettista dovrebbe inoltre provvedere alla stesura delle istruzioni per l'uso dei diversi componenti e ai consigli per una corretta gestione dell'impianto.

La valvola termostatica a bassa inerzia

La valvola termostatica, abbinata alla caldaia a condensazione, può consentire di raggiungere, in funzione della sua qualità, tre importanti obiettivi:

continua a pag. 10

NOTA[1] *La disposizione riguardante il limite di errore del 5% si riferisce alla sola contabilizzazione diretta, nella quale la precisione è determinata dal progetto. La precisione del contatore di calore dipende, infatti, dalla sua qualità e dalla corretta scelta del modello in relazione ai campi di lavoro (della portata e della differenza di temperatura). Il progettista deve quindi definire esattamente i campi di variabilità delle portate e delle differenze di temperatura avvalendosi eventualmente di organi di bilanciamento, per fare in modo che i contatori funzionino nelle posizioni, entro il campo di lavoro, in grado di assicurare la precisione richiesta. Nella contabilizzazione indiretta, la precisione è invece quella tipica del sistema di ripartizione conforme alle norme UNI EN 834 e UNI 10200. Il progettista ottempera quindi a questa prescrizione rispettando tutte le disposizioni della norma UNI 10200.*

1. eliminare gli sbilanciamenti di temperatura nei locali, con aumento del rendimento di regolazione;
2. aumentare la precisione di regolazione, con possibilità di determinare lo scostamento massimo della temperatura ambiente rispetto al set-point, con ulteriore aumento del rendimento di regolazione;
3. abbassare la temperatura di ritorno in caldaia, con notevole aumento del rendimento di produzione del generatore, anche e soprattutto negli impianti a radiatori.

I tre vantaggi suddetti si ottengono semplicemente aumentando convenientemente la temperatura di mandata (con il calcolo o per tentativi) e sostituendo la pompa con una a giri variabili con portata notevolmente ridotta rispetto alla situazione precedente.

L'effetto collaterale dell'aumento della temperatura di mandata è, infatti, una corrispondente riduzione della portata, per cui la valvola funziona con elevata "autorità", con l'otturatore in prossimità della posizione di chiusura.

compromettendo il benessere e provocando l'usura dello stelo, mentre una valvola a bassa inerzia sarebbe in grado di operare una regolazione perfetta, garantendo nel frattempo una sua lunga durata (vedi fig. n. 1 e n. 2).

Quanto all'inerzia, pur se non definita come tale dalle norme, è ben definita dalla fisica. Una valvola termostatica è caratterizzata da bassa inerzia quando è munita di un sensore di massa ridotta e ben esposto verso l'ambiente del quale controlla la temperatura.

L'ENEA, sul proprio sito, ha precisato che: *"Per valvole termostatiche a bassa inerzia si intendono valvole caratterizzate da un tempo di risposta (determinato in conformità al punto 6.4.1.13. della norma UNI EN 215) inferiore a 40 minuti. Le valvole in possesso del marchio di conformità CEN (European Committee for Standardisation)[2] ottemperano a tale requisito".*

La precisazione dell'ENEA è ineccepibile, per quanto riguarda l'idoneità ad ottemperare al requisito richiesto per accedere ai benefici della finanzia-

n. 1 e n. 2, sono entrambe contrassegnate dal marchio CEN, ma il loro comportamento è assai diverso, perché il tempo di risposta e l'isteresi sono differenti.

Con riferimento alla norma di prova delle valvole termostatiche, la UNI EN 215, le due caratteristiche particolarmente rilevanti ai fini del corretto funzionamento con autorità elevata sono infatti:
- il tempo di risposta (tempo impiegato per una variazione della portata dopo un determinato gradino di variazione della temperatura ambiente);
- l'isteresi (differenza di temperatura fra le curve di apertura e di chiusura ottenute alla stessa portata).

Vale quindi la pena, ove lo scopo sia il raggiungimento degli obiettivi sopra elencati, di scegliere valvole termostatiche contraddistinte da caratteristiche di isteresi e tempo di risposta non troppo elevati.

Viene spontaneo chiedersi quale sia la conseguenza della scelta di un prodotto non perfettamente idoneo.

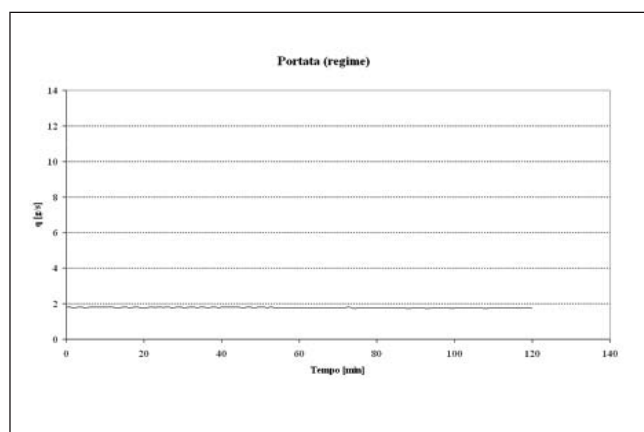


Fig. n. 3: Grafico della portata di una valvola termostatica a bassa inerzia funzionante correttamente con elevata autorità

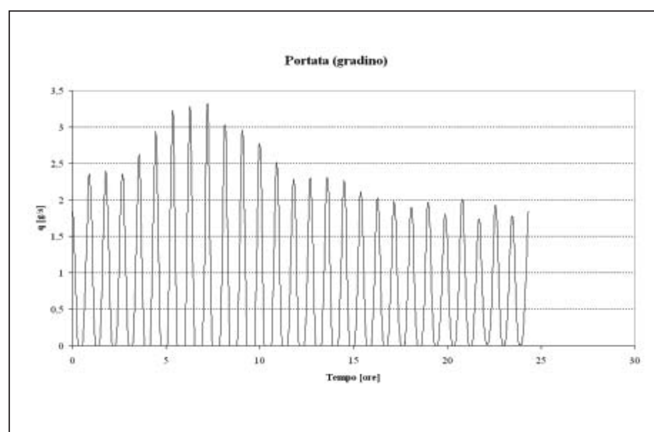


Fig. n. 4: Grafico della portata di una valvola termostatica ad inerzia non sufficientemente bassa, che entra in oscillazione al tentativo di conferirle elevata autorità

L'effetto è tanto più elevato, quanto maggiore è l'aumento della temperatura di mandata, rispetto alla temperatura minima necessaria per il mantenimento del set point.

In tali condizioni, una valvola termostatica caratterizzata da un'inerzia troppo elevata potrebbe innescare un'oscillazione della temperatura ambiente,

ria; non esiste infatti alcuna ulteriore normativa in grado di discriminare la qualità di tali prodotti ai fini del raggiungimento degli obiettivi sopra descritti.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici, vale però la pena di osservare che le due valvole, la cui caratteristica è rappresentata nei grafici delle figure

Le conseguenze non sono particolarmente gravi: nel caso si inneschi l'oscillazione, occorrerà ridurre la temperatura di mandata accontentandosi di un'autorità inferiore: minor precisione di regolazione, minore idoneità a risolvere gli sbilanciamenti più gravi e temperatura di ritorno meno bassa, con rinuncia a qualche punto di rendimento del generatore a condensazione.

NOTA [2]. *È opportuno accertarsi che il marchio di conformità CEN sia presente sia sul corpo valvola che sulla testa termostatica.*

Altri dispositivi modulanti

Altri dispositivi modulanti adatti allo scopo sono le valvole motorizzate o le valvole elettrotermiche per radiatori, comandate da idoneo termostato.

Anche in questo caso è opportuno accertarsi che il sensore del regolatore sia costituito da un trasduttore di massa il più possibile ridotta, ben esposto all'aria dell'ambiente che deve controllare.

In linea generale, il problema dell'inerzia sussiste però di più nella valvola termostatica auto-azionata, che si avvale di un sensore meccanico, che non nella valvola elettrica, che utilizza un sensore elettronico.

Progettazione dell'impianto in presenza di contabilizzazione indiretta

La contabilizzazione indiretta è utilizzabile preferibilmente negli impianti esistenti con distribuzione a colonne montanti. In ogni caso è necessario effettuare una valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio eseguita in conformità con le parti 1, 2 e 4 della norma UNI-TS 11300, al fine di individuare il rendimento medio stagionale di produzione della caldaia o il COP della pompa di calore ed inoltre la spesa relativa alle perdite di distribuzione (recuperabili e non).

Nel caso di contabilizzazione indiretta, il progetto dovrebbe contenere almeno:

- il rilievo di tutti i corpi scaldanti installati e la determinazione della potenza termica a Δt 60 °C installata nelle diverse utenze [3];
- il dettaglio di installazione dei dispositivi di contabilizzazione (nel caso di utilizzo di ripartitori la posizione esatta sul corpo scaldante, tipo di sensore, tipo di dispositivo, tipo di lettura locale o a distanza);
- i rilievi del tipo di attacco del radiatore (rame, ferro, materiale plastico) e della sua dimensione ai fini della individuazione del modello di corpo valvola (diritto o ad angolo);
- il tipo di termoregolazione degli ambienti secondo quanto previsto dalla legislazione vigente;
- il tipo di testa termostatica e del relativo sensore (incorporato o a distanza) o valvola elettrica/elettronica e dispositivi di termoregolazione;
- i dati di preregolazione della valvola termostatica;
- la certificazione delle potenze memorizzate nei sistemi di contabilizzazione [3];
- la formulazione del prospetto della ripartizione delle spese secondo le modalità descritte dalla norma UNI 10200 rev.

Il progettista deve inoltre predisporre le "istruzioni per l'uso" dell'impianto di regolazione e contabilizzazione affinché l'utente ed il responsabile della conduzione imparino a conoscere le nuove modalità di funzionamento e non scambino quindi le nuove condizioni di funzionamento dell'impianto con malfunzionamenti.

Le istruzioni dovrebbero illustrare in particolare i seguenti punti:

1. l'impianto di riscaldamento deve funzionare in modo continuo, senza interruzioni o modifiche del regime: si tratta della condizione più favorevole per il buon funzionamento delle valvole termostatiche;
2. la valvola termostatica ha una scala numerata: a numeri più alti corrisponde una temperatura ambiente più elevata. La corrispondenza fra numeri e temperature è solo approssimativa. L'utente deve individuare, per tentativi, la posizione della valvola alla quale corrisponde la temperatura ambiente gradita in ogni locale.

Progettazione della temperatura di mandata atta ad ottenere la voluta temperatura di ritorno

In considerazione delle disposizioni regolamentari vigenti che, di fatto, nel caso di generazione del calore a combustione prescrivono l'adozione di generatori a condensazione e di valvole termostatiche o valvole di regolazione con attuatore elettrico comandato da termoregolatore modulante, la progettazione dovrebbe curare l'ottenimento dei migliori rendimenti, in particolare quelli di generazione e di regolazione.

Ai fini della determinazione dei rendimenti di regolazione e generazione, negli impianti caratterizzati da un generatore a condensazione e valvole termostatiche (o altra regolazione modulante), è possibile procedere attraverso:

- il calcolo della temperatura di mandata, tale da ottenere la temperatura di ritorno di progetto;
- il calcolo dell'ampiezza della banda proporzionale di regolazione, utilizzando valvole termostatiche.

Il progettista fissa la temperatura di ritorno di progetto del fluido termovettore nel generatore.

Tanto più questa temperatura è bassa, tanto maggiore sarà il rendimento medio stagionale di produzione (il limite inferiore è ovviamente costituito dalla temperatura ambiente).

Il procedimento di calcolo (mensile) della temperatura di mandata è il seguente:

$$t_a = t_m + \left[\frac{(t_a - t_r)}{2}\right] = 2t_m - t_r$$

dove:

t_a è la temperatura di mandata [°C];

continua a pag. 16

NOTA *[3] Con riferimento alla contabilizzazione indiretta va precisato che:*

- *alla potenza dei corpi scaldanti veri e propri ϕ_{60} occorre aggiungere la potenza dispersa dalle tubazioni di alimentazione afferenti allo specifico corpo scaldante (dal montante al corpo scaldante), perché anch'esse interessate dall'azione della valvola termostatica;*
- *nel caso di impianto a collettori complanari, la potenza termica nominale dei corpi scaldanti installati (ϕn_{60}) deve comprendere anche la potenza scambiata dalle tubazioni di collegamento dei corpi scaldanti ai collettori, che è dell'ordine del 10-20%, a seconda del tipo di isolamento termico adottato;*
- *anche nel caso di impianto monotubo, la potenza termica nominale deve comprendere la potenza scambiata dalle tubazioni di collegamento dei corpi scaldanti all'anello. La potenza scambiata dall'anello, va invece compresa nella potenza termica impegnata.*

t_m è la temperatura media del fluido termovettore [°C];
t_r è la temperatura di ritorno al generatore decisa dal progettista [°C].

Per impianti in funzione in continuo, la condizione necessaria, per permettere ai corpi scaldanti di erogare l'energia per la climatizzazione invernale e per utilizzare al meglio la combinazione generatori a condensazione/valvole termostatiche, è che la temperatura media del fluido termovettore sia:

$$t_m = t_{amb} + \left(\frac{\Phi_m}{\Phi_n}\right)^{1/n} \cdot \Delta t_n$$

$$\Phi_m = \frac{Q_p}{t_p}$$

dove:

t_{amb} è la temperatura ambiente pari a 20 °C;
Φ_n è la potenza termica nominale dei corpi scaldanti installati [W][(4)];
Φ_m è la potenza media mensile erogata dal generatore di calore [W];
Q_p è il calore prodotto mensilmente dal generatore di calore ed introdotto nella rete di distribuzione [J];
t_p è la durata del periodo di erogazione su base mensile, pari a 86400 s moltiplicati per il numero di giorni del mese [s];
Δt_n è la differenza di temperatura nominale (prevista dalla norma di prova) fra corpo scaldante ed ambiente [°C]:
- 60 °C se la potenza termica nominale disponibile è quella riferita alla UNI 6514/69;
- 50 °C se la potenza termica nominale è conforme alla norma UNI EN 442-2.

Il prospetto a lato, fornisce i valori di n, che definiscono le caratteristiche di emissione della tipologia di corpo scaldante. Utilizzando la prima delle due opzioni, si determina la temperatura di ritorno e di conseguenza il rendimento medio stagionale di produzione del calore.

L'autorità della regolazione ed il rendimento di regolazione risultano una conseguenza della scelta effettuata (temperatura di ritorno).

I dispositivi per la contabilizzazione indiretta (ripartitori) richiedono particolare cura nell'altezza di montaggio.

A differenza dei contatori di calore, la differenza di temperatura fra entrata ed uscita dal corpo scaldante può essere anche molto bassa in quanto coerente con una migliore precisione di misura. Occorre prestare particolare attenzione alle differenze di temperatura molto elevate, in conseguenza dell'adozione di portate troppo basse.

Il pericolo è che lo scambio termico si esaurisca senza utilizzare completamente il corpo scaldante perché in questo caso la temperatura rilevata non è più la temperatura media.

Per questa ragione, l'intento di ridurre la temperatura di ritorno, come di seguito illustrato, non dovrebbe essere esasperato, ma dovrebbe limitarsi a temperature superiori di almeno alcuni gradi rispetto alla temperatura ambiente.

L'impianto dotato di contabilizzazione, con valvole termostatiche e generatore a condensazione, richiede specifiche istruzioni per l'uso che informino l'utente sulle seguenti particolarità:
- la regolazione con valvole termostatiche offre le migliori prestazioni funzionando in modo continuo nell'arco delle 24 h;
- nell'arco di un tale periodo la variazione della temperatura ambiente interessa infatti uno strato delle pareti interne dell'ordine dei 3 cm. Questo strato cede calore durante l'interruzione dell'erogazione da parte del sistema di emissione nella quantità che deve poi essere ripristinata alla ripresa del servizio;
- meglio una regolazione differenziata nei vari locali (per esempio 18 °C nelle camere e 22 °C nel soggiorno) a scelta dell'utente, ma con un'erogazione continua nelle 24 h. Ne giova certamente l'igiene[(5)] ed il benessere ambientale, come pure il rendimento dei generatori a condensazione, senza contropartite negative in termini energetici;
- nel caso di impianti a zone, provvisti oltre che di valvole termostatiche anche di termostato ambiente agente sull'intera zona, il punto di regolazione del termostato ambiente dovrebbe essere mantenuto ad un livello superiore a quello delle valvole termostatiche nel corso delle 24 h (per esempio a 23 °C), in modo da cedere il controllo alle valvole termostatiche, senza interferire con il loro funzionamento; un livello più basso può essere utilizzato in caso di prolungate assenze (per diversi giorni) per mantenere la temperatura minima prestabilita (per esempio 15 °C) senza modificare la posizione delle valvole termostatiche (in questo caso il controllo viene assunto dal termostato ambiente);

Valori dell'esponente n in funzione della tipologia di corpo scaldante

Tipologia di corpo scaldante	n
Corpi scaldanti a convezione naturale	1,30
Termoconvettori	1,40

- un'esperienza ormai consolidata dimostra che la variazione del punto di regolazione nell'arco delle 24 h non comporta alcuna variazione dell'energia utile dispersa dall'involucro e quindi dei consumi di combustibile;
- nel caso di impianti termici centralizzati, la curva della temperatura di mandata da impostare sulla centralina climatica per tutte le 24 h dovrebbe essere quella atta a conferire alle valvole termostatiche l'autorità

NOTE

(4) Ai fini del calcolo delle temperature del fluido termovettore, alla potenza dei corpi scaldanti veri e propri occorre aggiungere la potenza dispersa dalla rete di distribuzione, desumibile attraverso il calcolo delle perdite di distribuzione (recuperate e non) effettuato in sede di diagnosi energetica.

(5) Il funzionamento continuo assicura l'erogazione della potenza minima e della minima quantità di moti convettivi, necessaria per ottenere la voluta temperatura ambiente; il funzionamento discontinuo alterna invece periodi a potenza bassa o nulla con periodi che, dovendo compensare, richiedono il funzionamento dei corpi scaldanti a potenza elevata, con notevole trascinamento della polvere che, dal pavimento, viene distribuita nell'aria con conseguenze negative sull'apparato respiratorio e sull'annerimento delle pareti, spesso evidente in molte case.

di progetto, individuata anche in funzione della temperatura di ritorno voluta;
- l'impianto funziona regolarmente e la valvola termostatica svolge correttamente il suo compito, quando la parte bassa del radiatore si mantiene ad una temperatura piuttosto bassa (pochi gradi sopra la temperatura ambiente).

La preregolazione della valvola termostatica

La preregolazione delle valvole termostatiche rappresenta in sostanza un modo per assicurare all'impianto termico un adeguato bilanciamento durante quei transitori in cui le valvole tenderebbero a trovarsi in condizione di totale apertura; transitori di questo genere si possono presentare in impianti caratterizzati da spegnimento/attenuazione notturna al momento della riaccensione verso il pieno regime oppure nel caso di utenti "freddolosi" che regolano le valvole in condizioni di totale apertura.

In questi casi la necessità di assicurare un giusto livello di bilanciamento dell'impianto nasce dall'esigenza di cercare di evitare che ci siano alcuni corpi scaldanti particolarmente "favoriti" rispetto ad altri, situazione che comprensibilmente provocherebbe in generale una condizione di disagio nell'utenza.

A tale scopo, le valvole termostatiche preregolabili presentano la possibilità di impostare direttamente sul corpo valvola un certo grado di preregolazione atto a "controllare", secondo quanto voluto dal progettista, la perdita di carico in condizioni di completa apertura.

Sul mercato esistono diverse soluzioni costruttive in merito; ad ogni modo, in generale, diversi gradi di preregolazione determinano differenti geometrie di passaggio del flusso di acqua all'interno del corpo valvola, determinando di conseguenza un differente valore del coefficiente Kv per ogni "posizione" di regolazione indicata dal costruttore.

Ciò chiarisce pertanto il modo con cui operativamente la preregolazione sia in grado di influenzare la perdita di carico del circuito del corpo scaldante. La situazione ideale è sfruttare al meglio il campo di regolazione offerto dalla valvola preregolabile, al fine di ottenere, se possibile, una distribuzione generale dei valori di preregolazione di tutte le valvole di impianto il più possibile concentrata su impostazioni intermedie rispetto alle possibilità rese disponibili dal costruttore, cercando pertanto di evitare gli estremi del campo di preregolazione.

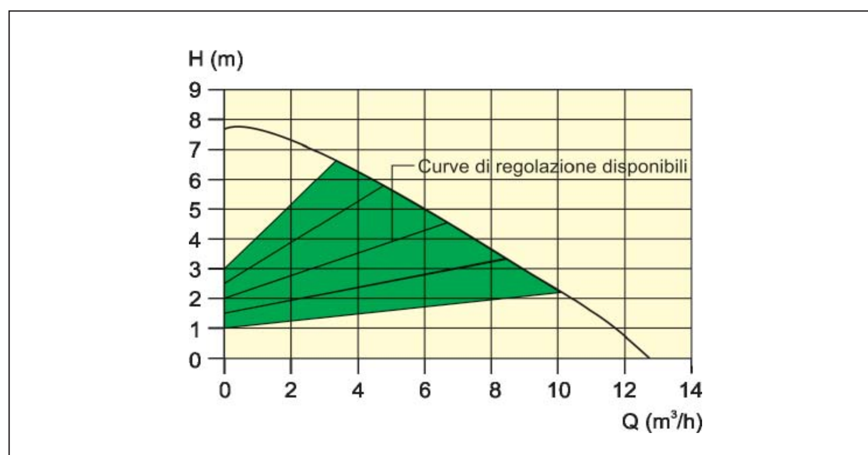


Fig. n. 5: Pompa a pressione proporzionale adatta per l'uso con valvole termostatiche

La diversa potenza erogabile dai vari corpi scaldanti e la diversa posizione di questi ultimi rispetto al gruppo di pompaggio, fanno comprendere come il grado di preregolazione debba essere valutato specificamente per ogni radiatore presente nell'impianto, rendendo pertanto il calcolo particolarmente oneroso in termini di tempo.

Di conseguenza, volendo eseguire un calcolo dettagliato, vale la pena di servirsi di un apposito software di calcolo, quale *"EC610 Contabilizzazione e ripartizione spese"*, che consente di ridurre notevolmente i tempi di elaborazione e di analizzare con più immediatezza l'effetto dei parametri inseriti nel calcolo di progetto.

Il dimensionamento della pompa a giri variabili

L'introduzione delle valvole termostatiche all'interno dell'impianto, comporta, in generale, un cambiamento sensibile nelle portate di esercizio dell'impianto stesso e, più in generale, una variabilità di queste ultime; tali organi regolanti infatti andranno ad intervenire proprio parzializzando o meno il flusso di portata attraverso i radiatori.

La pompa a giri variabili è particolarmente adatta perché adegua la propria prevalenza in funzione della condizione di esercizio dell'impianto, secondo una "regola" di portata-prevalenza impostabile dall'utente; nel caso di valvole termostatiche appare adatta una regolazione a pressione proporzionale (vedi figura n. 5).

L'installazione delle valvole termostatiche si accompagna ad una variazione, rispetto all'impianto originario, di parametri impiantistici rilevanti: ciò comporta per il progettista una rivalutazione delle condizioni di esercizio di progetto dell'impianto, tenuto conto anche di affinamenti di calcolo derivanti da una dettagliata determinazione dei gradi di preregolazione, se presente.

Ne consegue la valutazione di una nuova condizione in termini di portata e prevalenza che il progettista dovrà considerare al momento della scelta della pompa di circolazione dell'impianto.

Stante la curva caratteristica massima della pompa e stante il "campo" di condizioni di esercizio consentite dalle curve di regolazione a "pressione proporzionale", qualitativamente la condizione ragionevolmente più adatta è quella in cui il nuovo punto di lavoro (condizione di esercizio di progetto del nuovo impianto) appare quanto più prossimo possibile alla curva massima e centrato rispetto al campo delle curve di regolazione possibili; situazioni molto distanti da quella appena descritta potrebbero prefigurare una condizione di sovradimensionamento.

Fermo restando la variabilità di portata tipica di tali impianti, una situazione limite che potrebbe verificarsi è quella

in cui la parzializzazione delle portate di impianto è così elevata da avere una sola valvola di impianto aperta; il progettista pertanto dovrà verificare che, stante la curva di regolazione a "pressione proporzionale" scelta, la prevalenza nella condizione limite a portata nulla sia compatibile con la massima perdita di carico oltre la quale può manifestarsi rumorosità della valvola.

Il software *"EC610 Contabilizzazione e ripartizione spese"* già citato, offre la possibilità di valutare la nuova condizione di esercizio di progetto dell'impianto e implementa la verifica di compatibilità fra la prevalenza a portata nulla ed il massimo valore di perdita di carico della valvola oltre il quale può manifestarsi rumorosità, fornendo pertanto gli strumenti per l'applicazione dei criteri guida di una buona progettazione.

Calcolo dell'ampiezza della banda proporzionale di regolazione, utilizzando valvole termostatiche

Per una corretta progettazione del sottosistema di regolazione si dovrebbe:

- determinare l'autorità di progetto, definita dal salto termico di progetto e dalla banda proporzionale di regolazione (per esempio Δt 30 °C e banda proporzionale 0,5 gradi), alla quale corrisponde un ben preciso rendimento di regolazione in conformità alla norma UNI-TS 11300-2;
- determinare le caratteristiche richieste per la pompa a giri variabili (per esempio: prevalenza 1500 daPa; portata variabile da 0 a 10 m³/h) tenendo conto anche dei problemi di rumorosità;
- verificare la compatibilità delle portate effettive dell'impianto termico con quelle minime richieste dal produttore del generatore di calore a condensazione adottato.

I dati tecnici relativi alla valvola termostatica (vedi figura n. 6) riportano di solito differenti curve di ampiezza di banda (2, 1 e 0,5 °C) che legano la portata con la prevalenza.

Nota quindi l'ampiezza della banda proporzionale di regolazione e la prevalenza della pompa è possibile determinare la portata da assegnare allo specifico radiatore.

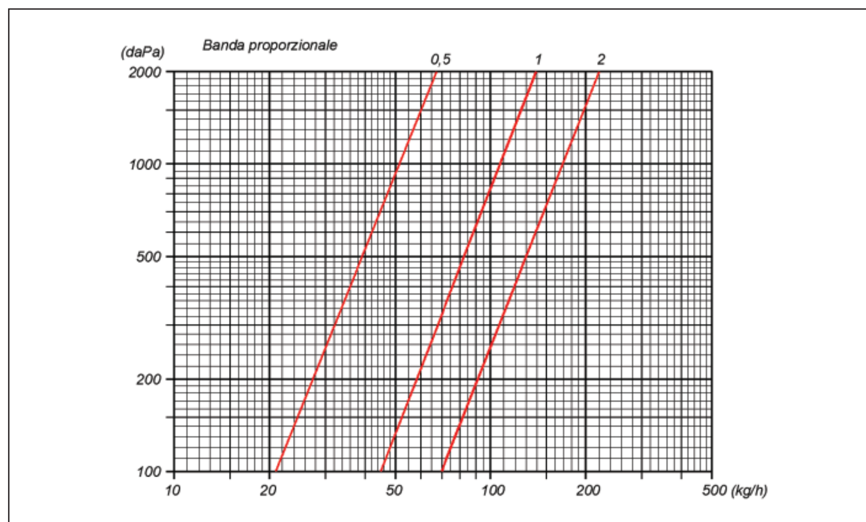


Fig. n. 6: Caratteristica fluidodinamica della valvola termostatica

In questo caso quindi, è fissato il rendimento di regolazione, mentre la temperatura di ritorno, da cui dipende il rendimento medio stagionale di produzione del calore, è calcolata con le portate conseguenti al valore prescelto dell'ampiezza della banda proporzionale.

È consigliabile l'utilizzo di un'elevata autorità (banda proporzionale a 0,5 °C) a cui conseguono basse portate ed elevati salti termici. Per evitare di sovradimensionare i radiatori è utile utilizzare temperature di mandata sufficientemente elevate.

Impostazione della temperatura ambiente sulle valvole termostatiche

Le valvole termostatiche non riportano generalmente la temperatura di regolazione, per motivi tecnici connessi principalmente con l'effetto del gradiente correlato con le diverse altezze di installazione.

È buona regola quindi che in ogni locale sia previsto, in posizione non influenzata dal sole o da altre fonti di calore, e ad un'altezza di riferimento di 1,5 m, un buon termometro, possibilmente digitale, in modo che la lettura possa essere effettuata dall'utente senza toccare il termometro con le mani, operazione che ne falsa gravemente la lettura.

L'utente è, infatti, influenzato dalla temperatura che legge sul proprio termometro. Un termometro che fornisca all'utente una temperatura inferiore a quella reale influenza spesso la sua sensazione di freddo.

Temperatura del corpo scaldante

Le tecniche di progettazione illustrate raccomandano un salto di temperatura piuttosto elevato fra l'entrata e l'uscita del corpo scaldante, allo scopo di ottenere una regolazione più precisa ed un migliore rendimento del generatore a condensazione. Si tratta di una condizione alla quale l'utente non è abituato e che può indurlo a pensare ad un cattivo funzionamento dell'impianto.

L'utente dovrebbe quindi essere informato che la condizione di buon funzionamento dell'impianto è costituita proprio dalla bassa temperatura della parte inferiore del corpo scaldante, unita ad una temperatura ambiente corretta.

Se la parte bassa del radiatore fosse nettamente calda, questo costituirebbe un segnale di cattivo funzionamento della valvola termostatica e di ciò andrebbe informato il servizio assistenza.

Futuri interventi di risparmio energetico

È opportuno informare l'utente che il proprio impianto, munito di termoregolazione del calore è predisposto per adeguarsi docilmente alle variazioni del fabbisogno di calore dell'alloggio.

Eventuali opere di risparmio energetico che l'utente volesse intraprendere, quali la sostituzione dei serramenti o l'isolamento termico di pareti dall'interno, non sono di alcun pregiudizio per il corretto funzionamento dell'impianto condominiale ed il risparmio conseguito è tutto e solo a vantaggio dell'utente che lo realizza.

La valvola termostatica: libertà di regolazione

Nonostante la legislazione vigente non ponga ulteriori vincoli obbligatori, è però fondamentale che si considerino gli effetti che derivano dall'uso delle valvole termostatiche con temperatura di mandata più elevata di quella che compete al mantenimento del set-point in impianti al servizio di più di una unità immobiliare.

La valvola termostatica è un regolatore di temperatura ambiente. L'utente può pertanto regolare la temperatura nei propri locali al valore desiderato. Se la temperatura di mandata lo consente, la può regolare anche a valori ben maggiori di 20 °C, fino a 25 °C o più.

È quindi evidente che in questi casi non basta installare la valvola termostatica, ma occorrono ulteriori provvedimenti: il blocco della temperatura di regolazione, oppure la contabilizzazione del calore.

Il blocco della temperatura di regolazione consiste nell'installazione di un blocco inamovibile che non consente all'utente di regolare la testa termostatica a valori di temperatura maggiori rispetto a quello prefissato (per esempio 22 °C nei locali di soggiorno e 18 °C nelle camere).

Se pure possibile, questa non è però la soluzione più idonea, per i seguenti motivi:

- manca la sicurezza di fissare un limite massimo certo. Le posizioni di regolazione sulla scala graduata delle valvole termostatiche sono infatti generalmente rappresentate da numeri e non dal valore della temperatura ottenibile. La temperatura ambiente ottenibile dipende infatti non tanto dalla precisione di taratura osservata in fabbrica, ma dall'autorità con cui viene fatta funzionare la valvola, correlata con l'entità dell'aumento della temperatura di mandata;
- il blocco della temperatura si presta alle manomissioni (per esempio mediante sostituzione della testa termostatica con altra non bloccata);
- si rinuncia ad una caratteristica fondamentale della valvola termostatica, che è quella di consentire all'utente di scegliere la temperatura ambiente più gradita in funzione dell'uso del locale e del tipo di attività o di abitudini.

La soluzione corretta è costituita pertanto dalla contabilizzazione del calore.

Progetto trasparente

Un'altra caratteristica di un buon progetto è la trasparenza. Tutti i dati di progetto devono essere consegnati all'utente (per la parte di suo interesse) ed all'amministratore (tutti).

Lo scopo è di consentire interventi di manutenzione quali la sostituzione di corpi scaldanti, di ripartitori, di valvole termostatiche ecc. senza l'esigenza di ulteriori rilievi.

Deve consentire inoltre all'amministratore di sostituire il gestore del sistema quando non ne sia soddisfatto consegnando tutta la documentazione necessaria al nuovo gestore senza aggravio di spese.

La documentazione, le istruzioni per l'uso del sistema e una fatturazione chiara e trasparente servono inoltre ad assicurare l'utente sull'equità e l'affidabilità della ripartizione dei costi.

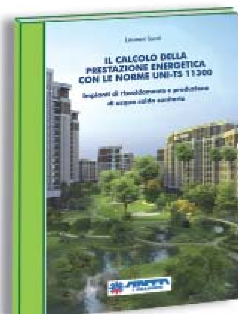
Considerazioni conclusive

La regolazione degli ambienti e la contabilizzazione del calore costituiscono le caratteristiche preliminari di un impianto di climatizzazione, necessarie per il benessere degli occupanti e per conseguire il risparmio energetico.

La loro corretta progettazione richiede specifiche conoscenze termotecniche e adeguati mezzi di calcolo. Edilclima dispone del programma *"EC 700 Calcolo prestazioni termiche dell'edificio"* per i calcoli energetici ed *"EC 610 Contabilizzazione e ripartizione spese"*, specificatamente dedicato alla progettazione degli impianti di regolazione e contabilizzazione ed alla ripartizione delle spese di riscaldamento.

Queste attività, se eseguite con cura e competenza, possono costituire un'ulteriore attività del termotecnico, a supporto dell'amministratore di stabili, al servizio del benessere, del risparmio e dell'equità di ripartizione delle spese di riscaldamento. ■

RECENSIONI



IL CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA CON LE NORME UNI-TS 11300

Impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria

Autore: Laurent Socal
Edizioni EDILCLIMA
Prezzo: 39,00 euro



PREVENZIONE INCENDI

La nuova disciplina di semplificazione secondo il DM 7 agosto 2012

Contiene CD-rom

Autori: Michele Vigne, Gianluca Vigne
Editore: DEI Tipografia del Genio Civile
Prezzo: 38,00 euro